



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

## Dissertação de Mestrado

EFEITO DE EXTRATOS VEGETAIS  
*Cinnamomum zeylanicum* e *Cymbopogon*  
*Winterianus* NA QUALIDADE DE SEMENTES  
DE MILHO DURANTE O ARMAZENAMENTO

JOSÉ AUGUSTO TIBÚRCIO DE MELO

Campina Grande  
Paraíba



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA



DISSERTAÇÃO

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO  
DE PRODUTOS AGRÍCOLAS**

**EFEITO DE EXTRATOS VEGETAIS *Cinnamomum zeylanicum* e  
*Cymbopogon winterianus* NA QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO  
DURANTE O ARMAZENAMENTO**

**ORIENTADORA:** Prof<sup>ª</sup>. Dra. Josivanda Palmeira Gomes

**MESTRANDO:** José Augusto Tibúrcio de Melo

CAMPINA GRANDE, PB  
SETEMBRO 2011



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA



ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup>. DRA. JOSIVANDA PALMEIRA GOMES

EFEITO DE EXTRATOS VEGETAIS *Cinnamomum zeylanicum* e *Cymbopogon  
winterianus* NA QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO DURANTE O  
ARMAZENAMENTO

CAMPINA GRANDE – PB

2011

EFEITO DE EXTRATOS VEGETAIS *Cinnamomum zeylanicum* e *Cymbopogon winterianus* NA QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO DURANTE O ARMAZENAMENTO

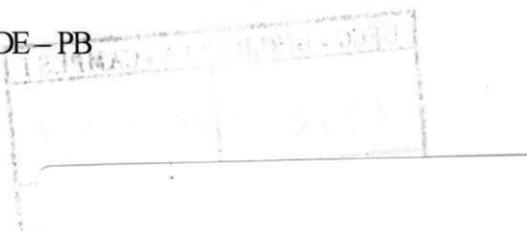
*Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação Em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola.*

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas**

**ORIENTADORA:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Josivanda Palmeira Gomes

**ORIENTANDO:** José Augusto Tibúrcio de Melo

CAMPINA GRANDE – PB  
2011



ORIENTADORA



M528e Melo, José Augusto Tibúrcio de.  
Efeito de extratos vegetais *Cinnamomum zeylanicum* e *Cymbopogon winterianus* na qualidade de sementes de milho durante o armazenamento / José Augusto Tibúrcio de Melo. - Campina Grande, 2011.  
58 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2011.  
"Orientação: Profa. Dra. Josivanda Palmeira Gomes".  
Referências.

1. Controle de Pragas. 2. Controle de Insetos. 3. Armazenamento. 4. Bioatividade das Plantas. 5. Dissertação - Engenharia Agrícola. I. Gomes, Josivanda Palmeira. II. Universidade Federal de Campina Grande - Campina Grande (PB). III. Título

CDU 632.93(043)

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	IV
<b>LISTA DE TABELAS</b>	V
<b>RESUMO</b>	VI
<b>1.0 INTRODUÇÃO</b>	9
1.1 Objetivo Geral	11
1.2 Objetivos Específicos	11
<b>2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	12
2.1 A cultura do milho	12
2.2 <i>Sitophilus zeamais</i>	13
2.3 Armazenamento	13
2.4 Pragas de armazenamento	14
2.5 Umidade	17
2.6 Germinação de sementes de milho	17
2.7 Plantas com atividades inseticidas	18
2.8 Efeitos de inseticidas vegetais sobre insetos	19
2.9 <i>Cinnamomum zeylanicum</i>	21
2.10 <i>Cymbopogon winterianus</i>	22
<b>3.0 MATERIAL E MÉTODOS</b>	24
3.1 Experimentos	24
3.1.1 Obtenção dos extratos vegetais	24
3.1.2 Efeito dos extratos vegetais	26
3.1.3 Armazenamento das sementes de milho	27
3.2 Análises das sementes	28
3.2.1 Teor de umidade	28
3.2.2 Teste de germinação	29
3.2.3 Infestação	30
3.2.4 Perda de peso	30
3.3 Análise estatística	30
<b>4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	32
4.1 Umidade das sementes de milho	32
4.2 <b>Germinação de sementes de milho</b>	38

4.3	<b>Infestação</b>	47
4.4	Perda de peso	49
5	<b>CONCLUSÕES</b>	52
6	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	53

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b>	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	2
<b>Figura 2.2</b>	<i>Cymbopogon winterianus</i>	1
<b>Figura 3.1</b>	Foto do percolador para obtenção dos extratos	2
<b>Figura 3.2</b>	Torre de Potter para colocação dos extratos na forma de vapor	5
<b>Figura 3.3</b>	Sementes sobre folhas de papel jornal	2
<b>Figura 3.4</b>	Sementes armazenadas	7
<b>Figura 3.5</b>	Aparelho de BOD para análise da germinação	2
<b>Figura 4.1</b>	Representação gráfica da umidade das sementes de milho armazenadas em embalagem de PET por 120 dias inoculada e não inoculada com <i>S. zeamais</i>	9
<b>Figura 4.2</b>	Representação gráfica da umidade das sementes de milho tratadas com extratos de canela e citronela e armazenada durante 120 dias	3
<b>Figura 4.3</b>	Representação gráfica da porcentagem de germinação das sementes de milho armazenadas em embalagem de PET por 120 dias e tratadas com extrato de canela e citronela	7
<b>Figura 4.4</b>	Representação gráfica da porcentagem de germinação das sementes de milho inoculado e não inoculado com <i>Sitophilus zeamais</i>	4
<b>Figura 4.5</b>	Representação gráfica da porcentagem de germinação das sementes de milho armazenadas por 120 dias	4

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 3.1</b>	Preparação e obtenção dos extratos	25
<b>Tabela 4.1</b>	Análise de variância da umidade (%) de sementes de milho inoculada com <i>Sitophilus zeamais</i> tratadas com extratos de canela e citronela e armazenadas em ambiente não controlado, durante 120 dias	32
<b>Tabela 4.2</b>	Valores médios da umidade (%) para a interação E x P em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com <i>Sitophilus zeamais</i> tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET	33
<b>Tabela 4.3</b>	Valores médios da umidade (%) para a interação D x P em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com <i>Sitophilus zeamais</i> tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET	34
<b>Tabela 4.4</b>	Valores médios da umidade (%) para a interação E x T em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com <i>Sitophilus zeamais</i> tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET	36
<b>Tabela 4.5</b>	Análise de variância da germinação de sementes de milho inoculada com <i>Sitophilus zeamais</i> tratadas com extratos de canela e citronela e armazenadas em ambiente não controlado, durante 120 dias	38
<b>Tabela 4.6</b>	Valores médios da germinação (%) para a interação E x D em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com <i>Sitophilus zeamais</i> tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET	39
<b>Tabela 4.7</b>	Valores médios da germinação (%) para a interação E x P em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com <i>Sitophilus zeamais</i> tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET	42
<b>Tabela 4.8</b>	Valores médios da germinação (%) para a interação D x P em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com <i>Sitophilus zeamais</i> tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET	43
<b>Tabela 4.9</b>	Valores médios da germinação (%) para a interação E x T em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com <i>Sitophilus zeamais</i> tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e	45

<b>Tabela 4.10</b>	armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET Análise de variância da infestação das sementes de milho tratadas com extratos de canela e citronela e armazenadas em ambiente não controlado, durante 120 dias	47
<b>Tabela 4.11</b>	Valores médios da infestação (%) para a interação E x D em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com <i>Sitophilus zeamais</i> tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET	48
<b>Tabela 4.12</b>	Valores médios da infestação (%) para a interação D x P em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com <i>Sitophilus zeamais</i> tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET	48
<b>Tabela 4.13</b>	Análise de variância da perda de peso das sementes de milho tratadas com extratos de canela e citronela e armazenadas em ambiente não controlado, durante 120 dias	49
<b>Tabela 4.14</b>	Valores médios da perda de peso (%) para a interação E x D em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com <i>Sitophilus zeamais</i> tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET	50
<b>Tabela 4.15</b>	Valores médios da perda de peso (%) para a interação E x D em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com <i>Sitophilus zeamais</i> tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET	51

## RESUMO

O uso indiscriminado de agrotóxicos tem ocasionado diversos problemas ambientais como contaminação do solo, da água e dos ecossistemas. Na busca por alternativas para o controle de pragas em sementes armazenadas, muitos pesquisadores têm se dedicado a estudar extratos e óleos vegetais, os quais apresentam substâncias bioativas conhecidas como metabólitos secundários. O presente foi realizado com o objetivo de mostrar a importância do controle de pragas utilizando extratos de origem botânica. Extratos vegetais são preparações líquidas ou em pó obtidas pela retirada dos princípios ativos dos vegetais por algumas metodologias, as quais têm como finalidade concentrar as substâncias com atividades inseticidas no controle de insetos em sementes armazenadas. Foram utilizadas as folhas das espécies de *Cinnamomum zeylanicum* e *Cymbopogon winterianus* sobre *Sitophilus zeamais* adulto no milho variedade asteca e o efeito desses produtos sobre a qualidade fisiológica das sementes em armazenamento. Foram utilizados extratos nas doses de 3, 6, 9 e 12 mL sobre os insetos adultos através de uma torre de potter, obtendo as melhores doses para inibir o desenvolvimento dos insetos durante o período de 120 dias de armazenamento, verificando-se resultados satisfatórios no controle dos insetos nas doses de 6, 9 e 12 mL, sem afetar a germinação da mesma no período do armazenamento das sementes em dois processos inoculados (com 30 insetos adultos em cada recipiente) e não inoculados. Avaliou-se a repelência com utilização de uma arena com pós de origem vegetal tendo sido avaliado o efeito associado à repelência/atratividade e mortalidade dos adultos do *Sitophilus zeamais*. Neste teste, utilizaram-se amostras de sementes moídas de milho 10 e 0,3 g de pós das plantas. Em cada caixa, foram utilizados 30 insetos adultos, com quatro repetições por cada tratamento. Esses resultados mostraram que a citronela e canela podem ser empregadas como inseticida vegetal no controle do *Sitophilus zeamais* no armazenamento de sementes do milho, necessitando-se de um estudo mais eficiente com análise fitoquímica dos extratos para melhor comprovação de seus constituintes químicos com ação inseticida.

**Palavras-chave:** armazenamento, bioatividade de plantas, controle de insetos

## 1. INTRODUÇÃO

A produção nacional do milho em grão em 2010, para ambas as safras, totaliza 53,1 milhões de toneladas (IBGE 2010).

A necessidade de aumentar a produtividade destas culturas agrícolas, dentro de um sistema sustentável de exploração do meio ambiente, tem estimulado pesquisas sobre diferentes técnicas de manejo, de maneira a maximizar a produção e minimizar as possíveis perdas existentes, nas fases de cultivo, colheita, transporte, armazenamento.

A fase de armazenamento é de fundamental importância, pois qualquer perda neste período reduz diretamente o produto final, pronto para comercialização. Entre os fatores responsáveis por estes prejuízos, destacam-se o alto índice de umidade e impurezas dos grãos.

O armazenamento de grãos é parte integrante do sistema de pré-processamento de produtos agrícolas; nesta fase os grãos são submetidos a fatores físicos, químicos e biológicos, que podem interferir na sua conservação e qualidade (BROOKER et al., 1992).

A deterioração das sementes se constitui em grande problema para a agricultura, sendo responsável por sérias perdas no mundo inteiro e, principalmente, nos trópicos onde, de maneira geral, elevadas temperaturas e umidades relativas do ar prevalecem durante a maturação e o armazenamento do produto.

O sistema sustentável de exploração do meio ambiente tem estimulado pesquisas sobre diferentes técnicas de manejo, de maneira a maximizar a produção e minimizar as possíveis perdas existentes nas fases de cultivo, colheita, transporte, industrialização e armazenamento. No entanto, a fase de armazenamento é de fundamental importância, pois qualquer perda neste período reduz diretamente o produto final, pronto para a comercialização. Entre os fatores responsáveis por estes prejuízos, destacam-se o alto índice de umidade e impurezas dos grãos no momento do armazenamento, a falta de estruturas armazenadoras adequadas e a presença de insetos-praga (TAVARES e VENDRAMIN, 2005).

Os trabalhos realizados para controle de insetos em sementes armazenadas, em sua maioria, são conduzidos com produtos químicos com princípios ativos tóxicos para qualquer ser vivo que venha consumi-lo. Adicionalmente ao conhecimento de resistência, a preocupação dos consumidores quanto à qualidade dos alimentos, vem

incentivando o desenvolvimento de novas técnicas de controle de insetos-praga de produtos armazenados (PEREIRA et al., 2008).

O uso químico é um dos métodos de controle de pragas de grãos armazenados muito utilizado em função de ser efetivo e de fácil manejo (COELHO et al., 2000). Porém, devido aos efeitos adversos que esses produtos podem causar ao meio ambiente e aos inimigos naturais, além de outros problemas como intoxicação de operadores, os resíduos excessivos e a resistência de insetos a inseticidas fazem com que o uso de tais produtos seja limitado (ALMEIDA et al., 2005).

O Brasil é o maior consumidor de pesticida da América Latina, com graves problemas relacionados ao seu uso, já amplamente conhecidos. Entretanto, novos métodos alternativos de controle de pragas estão sendo utilizados (LOVATTO et al., 2004).

Uma das alternativas para minimizar esses problemas é a utilização de novos produtos com ação inseticidas, extraídos das plantas ricas em compostos bioativos, de atividades inseticidas, fungicidas, repelentes, principalmente para atender o nicho dos consumidores de produtos orgânicos e dos agricultores que não dispõem de recursos para aquisição e uso de inseticidas sintéticos.

Com a implementação de extratos orgânicos, reduzem-se os riscos de poluição e de intoxicação de operadores e consumidores, estando nos extratos vegetais um dos sistemas que evitam ou excluem amplamente o uso de agroquímicos, que tem se expandido em todo o mundo (DINIZ et al., 2006). Dessa forma, as plantas com propriedades de repelência/inseticidas tornam-se uma oportunidade de uso alternativo no controle das pragas das culturas.

Dentre as substâncias úteis para o controle de insetos, destacam-se aquelas com ação inseticidas, com ação esterilizadora ou que apenas afastam os insetos das plantas como repelentes e inibidores da alimentação. Fica evidenciada a responsabilidade das ações dos homens de hoje com as gerações futuras no manejo adequado dos recursos naturais sem degradar o meio ambiente.

Finalizando, a busca de novos inseticidas constitui-se num campo de investigação aberto, amplo e contínuo. A grande variedade de substâncias presentes na flora continua sendo um enorme atrativo na área de controle de insetos (SIMÕES et al., 2004).

Desta maneira, como as pesquisas têm demonstrado a possibilidade da adoção dos inseticidas de origem vegetal no controle dos insetos-praga de grãos armazenados foi realizado este trabalho com extratos vegetais no controle do *Sitophilus zeamais*.

### 1.1. OBJETIVO GERAL

Investigar a atividade inseticida dos extratos de *Cinnamomum zeylanicum* (folhas) *Cymbopogon winterianus* (folhas) sobre *Sitophilus zeamais* no milho variedade asteca e o efeito desses produtos sobre a qualidade fisiológica das sementes armazenadas.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Obtenção de extratos vegetais hidroalcoólicos de *Cinnamomum zeylanicum* e *Cymbopogon winterianus* sobre o inseto adulto.
- ✓ Avaliar a repelência com auxílio de uma arena dos extratos secos de *Cinnamomum zeylanicum* e *Cymbopogon winterianus* sobre o inseto adulto.
- ✓ Avaliar a eficiência inseticida de extratos vegetais em diferentes doses (3, 6, 9 e 12 mL) no controle do *Sitophilus zeamais* no milho variedade asteca.
- ✓ Estudar os efeitos dos extratos sobre a qualidade fisiológica da semente ao longo de 120 dias de armazenamento.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Cultura do milho

O milho é uma planta herbácea, anual, da família *Gramineae* e da espécie *Zea mays*. Possui uma grande variabilidade genética que lhe proporciona as mais diversas adaptações climáticas. Acredita-se que seja uma planta de origem americana, já que, era cultivada desde o período pré-colombiano, provavelmente, na região onde hoje se situa o México (EMBRAPA, 2009).

A cultura deste cereal rico em proteínas, lipídios, carboidratos e minerais está amplamente difundida em nosso país, sendo cultivada em regiões que diferem bastante entre si. Sua importância econômica é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo, e no Brasil de 70 a 80%. Dessa forma, há de se ressaltar a necessidade de se ter sementes e grãos de boa qualidade, já que, provavelmente irão ficar mais tempo armazenados; no entanto, esta qualidade está diretamente ligada a fatores determinantes para a ocorrência de doenças e infestação de insetos, como cultivar, tratamentos culturais, colheita, pós-colheita e condições de armazenamento (PAES, 2006).

O milho é o mais expressivo cereal cultivado dentro do território nacional, com cerca de 51.003,8 milhões de toneladas de grãos produzidos em uma área de aproximadamente 14.171,8 milhões de hectares. Por suas características fisiológicas, a cultura do milho tem alto potencial produtivo, já tendo sido obtida produtividade superior a  $16 \text{ t ha}^{-1}$ , em concursos de produtividade de milho conduzidos por órgãos de assistência técnica e extensão rural e por empresas produtoras de semente. No entanto, o nível médio nacional de produtividade é muito baixo, cerca de  $3.637 \text{ kg ha}^{-1}$ , demonstrando que o manejo cultural do milho deve ser ainda bastante aprimorado para se obter aumento na produtividade e na rentabilidade que a cultura pode proporcionar. Para a safra 2009/10, estima-se produção de 54.184,4 mil toneladas, representando um aumento de 3.180,6 mil toneladas em relação à safra do ano anterior (CONAB, 2010).

## 2.2. *Sitophilus zeamais*

O *Sitophilus zeamais* é um Coleóptera: Curculionidae, uma das principais pragas dos grãos armazenados, os coleópteros são muito resistentes, o que lhes permite movimentar por reduzidos espaços entre os grãos, inclusive nas grandes profundidades de silos graneleiros. São besouros pequenos medindo aproximadamente 3 mm de comprimento, possuem quatro manchas avermelhadas no élitro, as larvas apresentam coloração amarelo-clara com a cabeça mais escura e as pupas são brancas. Os ovos são colocados sobre os grãos e após as larvas eclodirem o perfuram para se alimentarem. Além disso, é uma praga primária interna (ataca grãos inteiros, perfurando-os e se desenvolvendo dentro dos mesmos), pode apresentar infestação cruzada (infesta grãos no campo e também os que estão armazenados), tanto adulta como larvas atacam e danificam os grãos e ainda possui diversos hospedeiros (GALLO et al., 2002; LORINI, 1998).

Os insetos adultos desse gênero são de vida longa, aproximadamente um ano. Cada fêmea chega a ovopositar até 150 ovos, os quais são inseridos, um a um, em pequenas cavidades que faz nos grãos. Após a eclosão dos ovos, o que, em média, leva seis dias em temperatura de 25 °C, as larvas adentram os grãos, onde se desenvolvem. São canibais dos indivíduos fracos e pequenos. Em grãos de milho dois ou três insetos adultos podem emergir. As condições ótimas para desenvolvimento são 27 °C e 70% UR. As fases jovens apresentam menor viabilidade em grãos com teor de umidade menos que 13%; abaixo de 10% freqüentemente os insetos param de ovopositar. O desenvolvimento é acelerado em grãos com teor de umidade entre 14 e 16%. (ALMEIDA et al., 2006).

## 2.3. Armazenamento

Segundo Vieira et al. (2006) o principal objetivo do armazenamento é preservar a qualidade das sementes, reduzindo o mínimo possível seu processo de deterioração, que dependerá das condições ambientais, do meio da armazenagem e das características da própria semente. Esta qualidade sofre também influências das condições do ambiente no campo, bem como na fase de semeadura e colheita, por outro lado a velocidade de deterioração é influenciada por fatores genéticos, formas de manipulação e condições de armazenagem. Antonello et al. (2009) ressaltam que aliados as condições ambientais,

meio de armazenagem e características da própria semente para perda de qualidade dos grãos e sementes, ainda consideram-se superiores a todos estes, a temperatura umidade relativa e embalagem, vez que determinam a taxa de deterioração e, por conseguinte, manutenção da qualidade fisiológica das sementes.

Os problemas de armazenamento estão dentre os mais comuns que entram o desenvolvimento dos programas de sementes nos países menos desenvolvidos. Uma das causas principais está nas condições climáticas relativamente adversas, como altas temperaturas e umidades relativas, que prevalecem na maioria desses países e afetam, de maneira direta e indireta, as sementes. Esta interferência ocorre devido as suas propriedades higroscópicas, a água dentro delas está sempre em equilíbrio com a umidade relativa do ar. Alto teor de umidade nas sementes, combinado com altas temperaturas, acelera os processos naturais de degeneração dos sistemas biológicos, de maneira que, sob estas condições, as sementes perdem seu vigor rapidamente e, algum tempo depois, sua capacidade de germinação (AZEVEDO et al., 2003).

Antonello et al. (2009), avaliando a qualidade das sementes de milho, armazenaram três variedades (Caiano, Pururuca e Branco) durante seis meses, em embalagens plásticas e sacos de algodão, e detectaram, no final do período, que a armazenagem em saco de algodão proporcionou maior redução na qualidade das sementes, pela presença de insetos-praga e pela alta incidência de fungos dos gêneros *Fusarium* e *Penicillium*. Já nas embalagens plásticas ocorreu a manutenção da qualidade das sementes, tendo uma menor incidência de insetos e de fungos.

## 2.4 Pragas de armazenamento

O ataque de pragas, como os insetos do milho, compromete boa parte dos grãos que são guardados em armazéns. No Brasil, segundo Puzzi (2000) e Gallo et al. (1998), as perdas causadas por insetos em grãos armazenados são estimados em 20%. Recentemente, Lorini e Schneider (1994) estimaram esta perda em torno de 10%. Para minimizar estas perdas, o manuseio de plantas com ação inseticida vem sendo utilizado em extratos botânicos no controle de pragas como insetos.

O Brasil, segundo o Ministério da Agricultura e a Food and Agriculture Organization – FAO perde cerca de 10 milhões de toneladas de grãos por ano devido ao mau manejo da colheita e pós-colheita de sua produção. Qualidade e sanidade são os principais requisitos da produção mundial de alimentos.

Segundo Brooker et al. (1992) são muitos os fatores que contribuem para a perda de qualidade e quantidade dos alimentos e, dentre eles, destacam-se características da espécie e da variedade, condições ambientais durante o seu desenvolvimento, época e procedimento de colheita, método de secagem e práticas de armazenagem.

As pragas de grãos armazenados causam enormes prejuízos como: a perda de peso, pois os insetos se alimentam dos grãos consumindo parte dele; perda do valor como alimento, em decorrência do consumo pelos insetos, os grãos têm seu valor nutritivo reduzido e perda da viabilidade da semente, pela destruição do embrião, provocando perda total ou parcial da viabilidade das sementes (ATHIÉ et al., 1998).

Faroni et al. (1995), acrescenta outros fatores negativos como aquecimento do produto durante o armazenamento, disseminação de microrganismos podendo propiciar infestação por patógenos, além de contribuir para o aumento do custo de armazenamento devido à necessidade de prática de controle.

Os consumidores têm exigido, dos produtores e das indústrias, grãos e produtos livres de pesticidas. Assim, diante desse quadro, os cientistas, na busca por métodos de controle de insetos que sejam menos danosos ao meio ambiente e que ofereçam menos riscos para a saúde humana e animal, têm intensificado suas pesquisas no desenvolvimento de plantas resistentes a insetos. Grãos que expressam inibidores de enzimas digestivas dos insetos, especialmente inibidores das  $\alpha$ -amilases, representam uma ferramenta promissora para o controle de pragas de grãos armazenados (ISHIMOTO et al., 1996; PUEYO et al., 1995).

De acordo com Lorini (2001), as principais pragas dos grãos armazenados são os insetos. Eles podem apresentar características de acordo com o ambiente em que se encontram os subprodutos e os grãos. São classificados em três grupos, segundo seus hábitos alimentares, assim distribuídos: a) primários: rompem o grão e atingem o endosperma; b) secundários: não rompem o grão. Geralmente vivem associados aos insetos primários; c) associados.

Os principais insetos dos grãos armazenados pertencem à ordem Coleoptera (gorgulhos ou carunchos) e a ordem Lepdoptera (mariposas e traças). Os gorgulhos sobrevivem em grandes profundidades dos silos e graneleiros. As mariposas são frágeis e permanecem na superfície da massa de grãos.

De acordo com estudos Baker et al. (1989), a ordem *Coleóptera*, compreende todas as espécies pertencentes à família Bruchidae, sendo as principais: *Acanthoscelides clandestinus* (Mots.), *A. obtectus* (Say), *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), *Callosobruchus*

*analis* (Fabr.) e *C. maculatus* (Fabr.), esta conhecida como gorgulho. O gorgulho é a principal praga do feijão-de-corda armazenado. Os membros da família *Bruchidae* alimentam-se de sementes, especialmente as de leguminosas. Os adultos são facilmente reconhecidos pelo corpo recoberto por pelos curtos, é compacto e globular. Os élitros são curtos, deixando exposto o último segmento abdominal, chamado pigidium. As antenas são longas. As principais espécies como pragas de sementes de leguminosas armazenadas são: *Acanthoscelides obtectus* (Say), *Callosobruchus* sp., *Zabrotes subfasciatus* Boheman. e *Cayredon serratus*. Outras espécies como *Bruchus*, *Bruchidius* e *Specularius*, embora sejam importantes pragas do campo, não sobrevivem por muito tempo nos grãos bem secos e, geralmente, morrem no armazenamento (RESENDE et al., 2008).

O aprimoramento dos padrões de classificação e o fator de qualidade são atualmente um dos assuntos mais discutidos em todo o mundo, com base nas necessidades dos usuários finais dos grãos. Por exemplo, o Canadá e a Austrália são muito rigorosos quanto ao grau de infestação por insetos no período de armazenamento (STOREY, 1988). Na classificação norte-americana, o número de insetos não afeta diretamente a comercialização, mas se dois ou mais insetos primários forem encontrados em um quilograma de grãos, a designação "infestado" aparece no laudo, podendo ser retirada depois de uma fumigação (HAGSTRUM e FLINN, 1992).

A maioria das perdas ocorre devido ao descuido, à má-conservação e à falta de conhecimento das medidas específicas que poderiam ser tomadas para evitar o estrago. Além de prejudicar a competitividade agrícola, estas perdas poderiam alimentar parte da população brasileira que se encontra faminta e fortemente desnutrida. Estas perdas poderiam ser reduzidas se práticas adequadas fossem adotadas desde o cultivo até o seu destino final. Contudo, o uso de tecnologias adequadas na pós-colheita, durante o manuseio, processamento, armazenamento e transporte, é tão fundamental quanto a sua produção. Até porque o aumento desta produção deve vir, necessariamente, acompanhado de redução nas perdas e da preservação da qualidade inicial do produto (ANTONIALI et al., 2009).

## 2.5. Umidade

De acordo com Puzzi (2000) o teor de umidade se constitui em um dos fatores primordiais na conservação de grãos e sementes. Logo, todas as modificações fisiológicas e bioquímicas são controladas pela quantidade de água presente nas mesmas, sendo que quanto maior a quantidade de água mais rápidos serão os processos fisiológicos e bioquímicos, e, portanto maior a deterioração.

Os métodos de determinação da umidade são classificados em diretos (estufa, destilação e infravermelho) e indiretos (resistência elétrica, dielétricos, químicos e higrométricos) conforme Carvalho (1994).

De acordo com Silva (2003) o teor de umidade e a temperatura influenciam diretamente nos processos como colheita, armazenagem, germinação etc. Esses processos exigem determinado teor de umidade, cuja alteração trará prejuízos. Portanto, o teor de umidade das sementes, o tipo de embalagem e as condições do ambiente de armazenagem são fatores que influenciam a conservação das mesmas.

## 2.6. Germinação de sementes de milho

De acordo com Brasil (2009) a germinação é a capacidade da semente produzir uma plântula que, pelas características de suas estruturas essenciais, demonstre sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo.

Popinigis (1988) reconhece que, embora o conceito de vigor tenha sido estabelecido há alguns anos, nenhuma foi universalmente aceito, podendo ser defendido como a soma de todas as qualidades da semente, permitindo assim a formação de plantas saudáveis, uniformes e altamente produtivas.

O teste de germinação tem como objetivo principal obter informações sobre o valor das sementes para fins de semeadura e fornecer dados que possam ser usados para comparar a qualidade de diferentes lotes. Esse teste é realizado sob condições artificiais muito favoráveis e a percentagem de germinação obtida é considerada como a máxima que um lote pode alcançar (ALMEIDA e MORAIS, 1997). No entanto, o potencial de germinação pode ser avaliado pelo próprio produtor, por meio de testes alternativos, que são possíveis de serem executados com os recursos disponíveis em sua propriedade.

As Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) definem a germinação da semente como a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião,

demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal, sob condições favoráveis de campo.

A germinação é um fenômeno biológico que pode ser considerado botanicamente como a retomada do crescimento do embrião, com o conseqüente rompimento do tegumento pela radícula. Entretanto, para os tecnólogos de sementes, a germinação é reconhecida como tal, desde que as plântulas apresentem tamanho suficiente para que se possam avaliar a normalidade de suas partes e sua possibilidade de sobrevivência (LABOURIAU, 1983).

O primeiro atributo da qualidade fisiológico a considerar-se em um lote de sementes é a percentagem de germinação, que, em testes de laboratório, é definida como sendo a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo (BRASIL, 2009; DIAS e CROCHEMORE, 1993).

## **2.7. Plantas com atividades inseticidas**

Os inseticidas de origem vegetal foram muito utilizados até 1940, principalmente a nicotina, extraída das folhas de *Nicotiana tabacum* e *Nicotiana rustica* (Solanaceae), associada à norticotina e anabasina (VIEIRA et al., 2001).

Com o desenvolvimento dos inseticidas sintéticos a partir da II Guerra Mundial, e por estes serem mais potentes que os inseticidas botânicos, a utilização destes produtos naturais foi substituída pelos produtos sintéticos, utilizados em larga escala até os dias atuais.

Além da nicotina, outros inseticidas botânicos utilizados foram a piretrina, extraído do piretro, *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Astereacea); a retonona, extraída de *Derris* spp. e *Lonchocarpus* spp. (Fabaceae) e a rianodina, extraída de *Rhynchospora speciosa* (Flacuortiaceae) (SILVA et al., 2003).

O ressurgimento das pesquisas com inseticidas botânicos deve-se à necessidade de se dispor de novos compostos para o uso no controle de pragas, sem os problemas de contaminação ambiental, resíduos nos alimentos e aparecimento de insetos resistentes (VENDRAMIM e CASTIGLIONE, 2000).

Ainda segundo os autores, a diminuição na diversidade de moléculas sintéticas com atividade inseticida e o incremento nos custos de produção das mesmas, também têm estimulado os estudos com inseticidas vegetais.

Vieira et al. (2001) relataram a possibilidade de obtenção de melhores preços para os produtos certificados (ou chamados) “orgânicos”, com a utilização dos inseticidas de origem vegetal no sistema de produção.

Segundo Oliveira (1997) as plantas inseticidas são facilmente encontradas, destacando-se as plantas das famílias Meliaceae, Labiatae, Umbelíferae, Compositae, Lauraceae, dentre outras. Espécies vegetais pertencentes às famílias Asteraceae, Annonaceae, Canellaceae e Rutaceae, também se destacam como promissoras para o desenvolvimento de novos inseticidas de origem vegetal.

Analisando-se a situação dos produtos armazenados, a importância dos produtos naturais é ainda maior visto que, os resíduos químicos dos inseticidas sintéticos permanecem acumulados por mais tempo pelo fato de praticamente não haver atividade metabólica no vegetal. E, principalmente, pela não ocorrência de ação de fatores climáticos como a chuva, sol, vento entre outros, que poderiam reduzir mais rapidamente o nível de resíduos nos grãos tratados.

## **2.8. Efeitos de inseticidas vegetais sobre insetos**

Entre os diferentes efeitos que os inseticidas de origem vegetal podem apresentar sobre os insetos estão: repelência, inibição da alimentação e/ou do crescimento, alterações do sistema hormonal e morfogenéticas, alterações no comportamento sexual, esterilização dos adultos, mortalidade na fase imatura e adulta, entre outros.

Embora se espere que os inseticidas de origem vegetal demonstrem alta atividade inseticida, outros efeitos apresentados, que são a mortalidade dos insetos, são também de grande interesse. Quando da utilização dos inseticidas botânicos, deve-se objetivar a redução da densidade populacional das pragas, seja através da mortalidade das formas imatura ou adulta, ou simplesmente pela inibição da alimentação e oviposição dos insetos, colaborando para adoção conjunta deste método com outras técnicas de controle. Devido a estes importantes efeitos não-inseticidas apresentados pelos produtos botânicos, alguns pesquisadores passaram a utilizar o termo plantas insetistáticas ao invés de plantas inseticidas.

Todavia, o termo planta inseticida tem sido utilizado ao longo dos anos, em virtude dos primeiros inseticidas de origem vegetal ter sido utilizado com objetivo de matar os insetos, tornando-se consagrado no meio científico (Gallo et. al., 2002).

Para realização de pesquisas ou emprego prático de inseticidas de origem vegetal no controle de pragas é fundamental a preocupação com a manutenção da fonte de matéria-prima a ser utilizada, priorizando-se plantas com a maior distribuição, facilitando sua obtenção e aplicação; explorar espécies perenes em relação às anuais, permitindo a coleta periódica de material vegetal; coletar estruturas vegetais que não comprometam o desenvolvimento da planta, como frutos e folhas, seguidos por caules e raízes; quando possível e apropriado realizar o cultivo da planta inseticida, de maneira a aumentar a disponibilidade de recurso vegetal.

Em relação à introdução e cultivo destas espécies vegetais com propriedades inseticidas, torna-se necessário um profundo estudo econômico e ambiental a respeito desta real necessidade, por muitas vezes as espécies nativas podem apresentar resultados semelhantes às introduzidas. Aspectos sobre custos envolvidos na introdução e obtenção de matéria-prima vegetal e dos produtos botânicos prontos para a utilização também são importantes e devem ser considerados.

Para avaliação da bioatividade dos inseticidas botânicos sobre os insetos, podem ser realizados experimentos de campo ou casa de vegetação, utilizando-se parcelas tratadas e não tratadas e avaliando-se a população e oviposição da praga ou o dano da planta. Em laboratório, pode-se avaliar a oviposição, consumo de alimento, duração do ciclo biológico, peso e tamanho, mortalidade das fases imatura e adulta, fecundidade e fertilidade. Outra alternativa é a incorporação destes produtos naturais em dietas artificiais, desenvolvidas para determinadas espécies de insetos, comparando-se dietas com e sem extratos, óleos ou substâncias das espécies vegetais. Em relação às pragas de grãos armazenados, podem ser utilizadas amostras de grãos com e sem adição e ou aplicação de pós, óleos ou extratos, comparando-se a diferença na oviposição, durante o ciclo, peso e tamanho, mortalidade dos adultos, fecundidade e fertilidade, ou a diferença nos danos quantitativos e qualitativos provocados pelos insetos (GALLO et al., 2002).

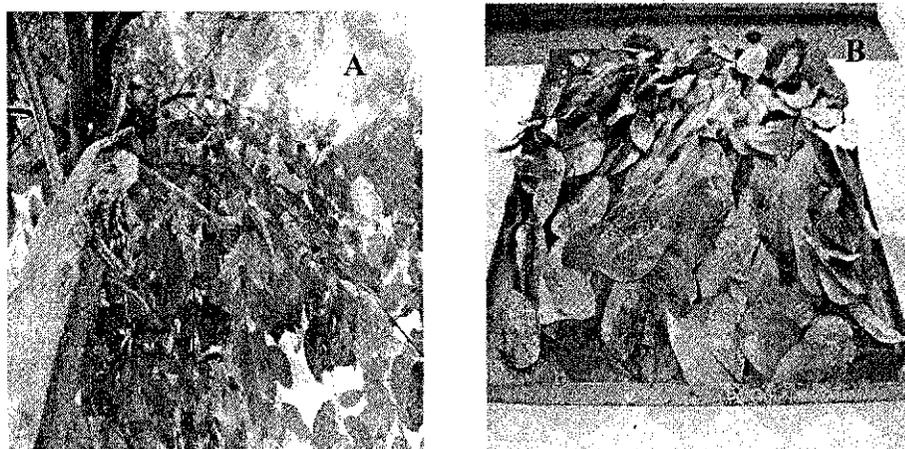
O efeito tóxico da pimenta-do-reino, *Piper nigrum*, sobre pragas de grãos armazenados foi demonstrados por Su (1977). O autor observou alta mortalidade de adultos de *Sithophilus oryzae* quando expostos a grãos tratados com o extrato etanólicos e com o pó de vegetal.

De acordo com Almeida (2003) as pesquisas com plantas inseticidas demonstraram-se eficientes no controle da fase adulta do *Callosobruchus maculatus* inoculados na massa de sementes de feijão *Vigna unguiculata*. Em condições de armazenamento, Pessoa et al. (2004) usando o método de pipetagem de extratos de

*Chenopodium ambroïoides* apresentara efeito altamente tóxico sobre *S. zeamais*, além de reduzirem a emergência de adultos. Várias são as estratégias capazes de determinar a atividade de produtos naturais contra insetos e o seu isolamento.

### 2.9. *Cinnamomum zeylanicum*

A caneleira (*Cinnamomum zeylanicum*) é uma árvore de ciclo perene e que atinge até 8 a 9 metros de altura (Figura 2.1). O tronco alcança cerca de 35 cm de diâmetro. As folhas são coriáceas, lanceoladas, com nervuras na base, brilhantes e lisas na parte superiores e verde-claras e finamente reticuladas na parte inferior. As flores são de coloração amarela ou esverdeada, numerosas e bem pequenas, agrupadas em cachos ramificados.



**Figura 2.1.** *Cinnamomum zeylanicum*. Fonte: Pessoa (2011)

Sua composição química é formada por acetato de eugenol, ácido cinâmico, açúcares, aldeído benzênico, aldeído cinâmico, aldeído cumínico, benzonato de benzil, cimeno, cineol, elegeno, eugenol, felandreno, furol, goma, linalol, metilacetona, mucilagem, oxalato de cálcio, pineno, resina, sacarose, tanino e vanilina (PIO CORRÊA, 1984).

O gênero *Cinnamomum* (Lauraceae) é constituído por aproximadamente 350 espécies, muitas das quais produtoras de óleo essencial. O valor comercial dos óleos de *Cinnamomum* depende da espécie e da parte da planta utilizada (FAO, 1995). Os óleos essenciais mais importantes no mercado mundial são os obtidos de *C. verum*

("cinnamomum bark oil" e "cinnamomum leaf oil"), *C.cassia* ("cassia oil") e *C. camphora* ("sassafras oil" e "ho leaf oil"). *Cinnamomum zeylanicum* Blume (*Cinnamomum verum* J. S. Presl.), conhecida como "canela-da-índia" e "canela-do-ceilão" é originária de algumas regiões da Índia e do Ceilão. A parte interna da casca do tronco e dos ramos constitui a canela do comércio, com vasto uso mundial na perfumaria e na culinária, devido suas propriedades aromáticas e condimentares além de ser, popularmente, utilizada como estimulante, tônica, carminativa e antiespasmódica (PIO CORRÊA, 1984; COSTA, 1975; ALMEIDA, 1993). A canela e o seu óleo essencial são empregados como corretivos do odor e do sabor na preparação de alguns medicamentos (Costa, 1975). Trabalhos prévios sobre o óleo de *C. zeylanicum* indicaram uma grande diversidade da composição química, com relato de pelo menos quatro quimiotipos: eugenol (THOMAS et al., 1987; SENANAYAKE, 1978), (E)-cinamaldeído (VARIVAR e BANDYOPADHYAY, 1989; SENANAYAKE, 1978; BERNARD et al. (1989); MÖLLENBECK et al., 1997), benzoato de metila (RAO et al., 1988), linalol (JIROVETZ et al., 2001) e cânfora (SENANAYAKE, 1978).

A canela é a especiaria obtida da parte interna da casca do tronco. É muito utilizada na culinária como condimento e aromatizante e na preparação de certos tipos de chocolate e licores. Na medicina, empregada como os óleos destilados, é conhecida por 'curar' resfriados. O sabor e aroma intensos vêm do aldeído cinâmico ou cinamaldeído.

### 2.10. *Cymbopogon winterianus*

A citronela (Figura 2.2) é originária do Ceilão do sul da Índia é uma planta de clima tropical ou subtropical. Não suporta frio e no seu período de crescimento é exigente em chuvas,mas próximo á colheita o excesso de precipitação afeta o teor e a qualidade do óleo.É cultura exigente em luz e em calor (CASTRO e RAMOS,2003).

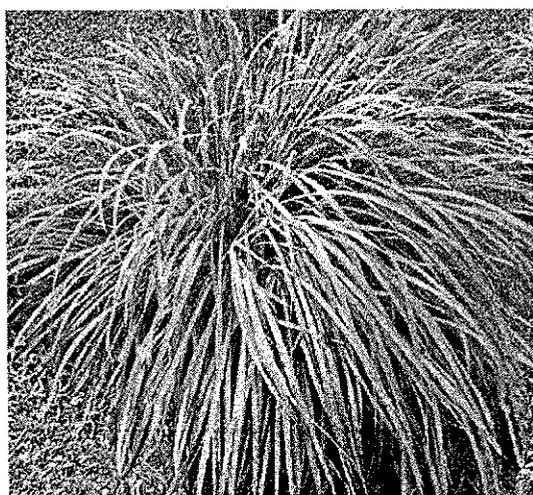
Pertence á família Poaceae é cultivada em larga escola, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais, com distribuições irrestrita em regiões montanhosas,planícies e zonas áridas. É uma erva perene, intensamente aromática, lembrando o eucalipto citriodora (ROCHA et al., 2000).

Esta planta medicinal e aromática tem crescido em importância no Brasil devido a grande procura pelo seu óleo essencial, tanto no mercado interno quanto para exportação (ROCHA et al.,2000).

Pesquisas conduzidas com óleo da citronela demonstraram sua ação como inseticidas e de repelência contra vários insetos (RAJA et al.,2001).

A citronela apresenta substâncias voláteis em suas folhas, como: citronelal, eugenol, geraniol e limoneno, dentre outros, denominados de um modo geral como monoterpenos (SHASANY et al., 2000). Dentre as plantas indicadas para o controle de insetos, destaca-se a citronela (*Cymbopogon nardus* L. Rendle), cultivada em regiões tropicais e subtropicais. O óleo extraído de suas folhas frescas ou parcialmente dessecadas, é usado como repelente de mosquitos. Pesquisas conduzidas com o óleo dessa planta demonstraram sua ação como inseticida e de repelência contra mosquitos e moscas (RAJA et al., 2001).

Estudos feitos com destilados de folhas de citronela demonstraram elevada ação carrapaticida, tanto em larvas quanto em fêmeas adultas, sendo usados, no entanto, óleo puro e níveis considerados altos de óleo em etanol, de 1:4 (CHUNGSAMARNYART e JIWAJINDA, 1992).



**Figura 2.2.** *Cymbopogon winterianus* Fonte: Blogspot (2011)

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Campina Grande, PB.

#### 3.1. Experimentos

A coleta do caruncho do milho foi realizada a partir de grãos obtidos em ambientes não controlados, em armazéns localizados no mercado central de Vitória de Santo Antão, PE.

Para a multiplicação do inseto, os exemplares coletados foram colocados juntamente com grão íntegros de milho, previamente expurgados, em recipiente de vidro com capacidade de 300 mL, tendo a boca vedada com tecido de voil para permitir a ventilação em seu interior, os quais foram levados a uma estufa incubadora com temperatura de 26 °C e umidade relativa do ar de 95%. Após a inoculação foi aguardado um período de 35 dias para cópula e postura. Depois, os gorgulhos adultos foram retirados da massa de grãos com auxílio de uma peneira de 4 mesh, deixando-se apenas os grãos mais as posturas no local até a emergência dos insetos adultos que foram utilizados nos experimentos.

As sementes de milho, variedade asteca, utilizadas no experimento foram oriundas de campo de produção, safra 2010, conduzido pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) localizado em Vitória de Santo Antão, PE.

#### **Etapa 1**

##### **3.1.1 Obtenção dos extratos vegetais**

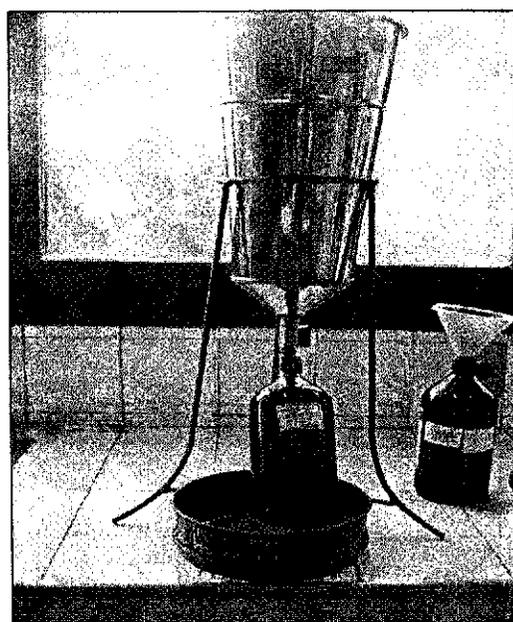
Os extratos foram obtidos a partir de espécies vegetais de *Cinnamomum zeylanicum* (folhas) e *Cymbopogon winterianus* (folhas) citadas como possuidoras de princípios ativos no controle de insetos-praga de grãos e sementes armazenadas ou, ainda, por serem popularmente detentoras desses princípios, sendo estes submetidos a uma secagem em estufa a temperatura constante de 40 °C, durante 48 h (Quadro 1).

Posteriormente, o material seco foi triturado em moinho de faca da marca Tecnal e peneirado para uniformização do extrato seco em pó (produto).

**Tabela 3.1** Preparação e obtenção dos extratos

Extrato/planta	Proporção	Filtragem	Rendimento
Citronela/folhas	1:2	Percolador	600 mL
Canela/folhas	1:2	Percolador	700 mL

Na produção dos extratos alcoólicos adaptando-se a metodologia de Almeida et al. (1994) foram utilizados 500 g de matéria prima (pó) do produto e 1000 mL de álcool à 70% (solvente), numa proporção de 1:2, permanecendo em repouso por 72 h em um balão volumétrico. Durante este período foram realizadas agitações manuais, com objetivo de obter maior homogeneização da mistura. Após 72 h colocou-se o material vegetal macerado convenientemente acomodado no percolador (Figura 3.1) de aço inoxidável. O material vegetal foi colocado na parte inferior do percolador sobre 3 cm de algodão hidrófilo. A massa de macerado foi levemente prensada para não deixar canais de escoamento do líquido extrator. O extrato foi devidamente etiquetado e armazenado em frasco de vidro âmbar e vedado com batoque e tampa de rosca, em local com temperatura controlada, longe do calor e luz solar direta, aguardando a próxima etapa do processo.

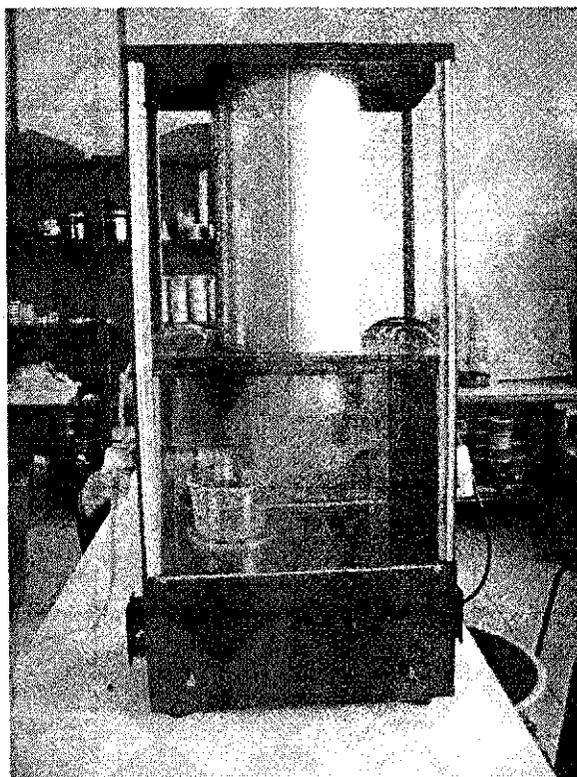


**Figura 3.1.** Foto do percolador para obtenção dos extratos. Fonte: Pessoa (2011)

## Etapa 2

### 3.1.2 Efeito dos extratos vegetais

Utilizaram-se os extratos hidroalcoólicos de *Cinnamomum zeylanicum* (folhas) *Cymbopogon winterianus* (folhas), os quais foram levados aos insetos na forma de vapor utilizando-se um equipamento desenvolvido para esta finalidade, semelhante à torre de Potter (Figura 3.3), onde os insetos encontravam-se em recipientes de plástico medindo 104 x 141 mm (altura e diâmetro). Suas tampas foram perfuradas com pequenos furos para a entrada e saída, respectivamente, do vapor gerado pelo compressor. Os tratamentos constaram de 4 repetições com 30 insetos cada, mais uma testemunha que não recebeu a aplicação dos extratos. A quantidade dos extratos aplicados por repetição foi de 3, 6, 9, 12 mL e, a avaliação foi feita passados 48 h da aplicação.



**Figura 3.2.** Torre de Potter para colocação dos extratos na forma de vapor. Fonte: Pessoa (2011)

### Etapa 3

#### 3.1.3 Armazenamento das sementes de milho

As sementes foram previamente tratadas, com as três melhores doses que apresentaram maior percentual de mortalidade dos insetos adultos, no experimento anterior; deixando-se um lote sem receber tratamento, em seguida foram distribuídas sobre folhas de papel jornal (Figura 3.4) ficando por um período de 24 h a temperatura ambiente, com a finalidade de retirar o excesso do extrato.

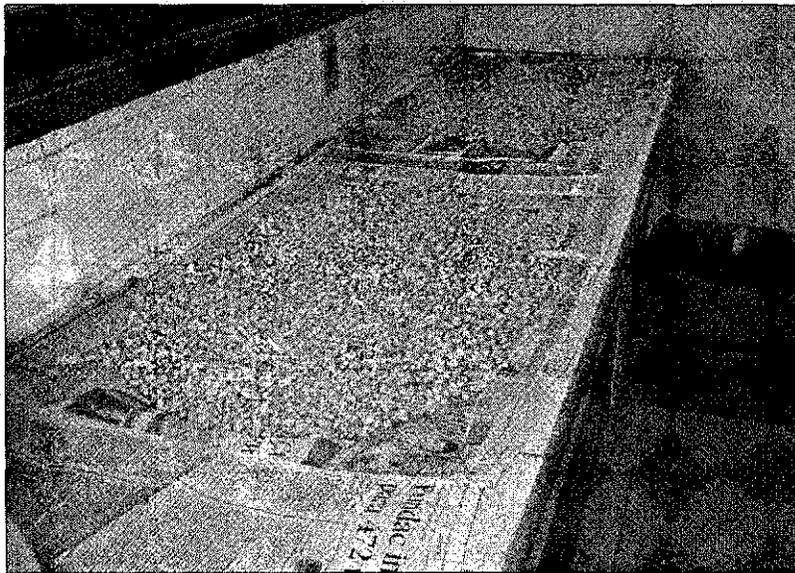
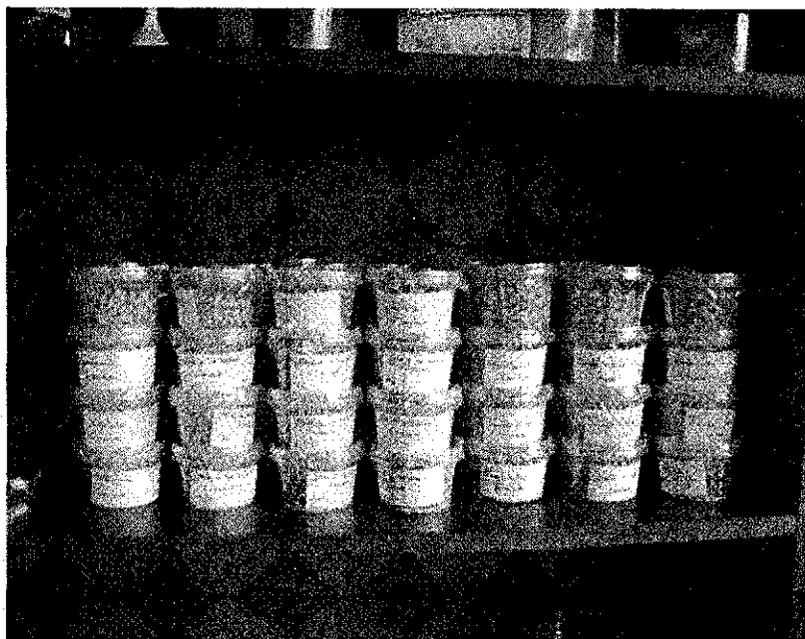


Figura 3.3. Sementes sobre folhas de papel jornal. Fonte: Pessoa (2011)

Depois de tratadas, estas foram distribuídas em recipientes tipo pet, de 500 g de capacidade, tendo sido inoculados com 30 insetos adultos não sexados de *Sitophilus zeamais*. Igual procedimento deu-se com as sementes não tratadas. Em seguida foram armazenadas (Figura 3.5) em condições de laboratório sem controle de temperatura e umidade relativa do ar.



**Figura 3.4.** Sementes armazenadas. Fonte: Pessoa (2011)

### **3.2. Análises das sementes**

As sementes de milho, variedade asteca, tratadas e acondicionadas nas embalagens tipo pet (politereftalato de etileno) foram avaliadas a cada 30 dias quanto à teor de umidade, germinação, infestação e perda de peso.

#### **3.2.1. Teor de umidade**

O teor de umidade foi determinado pelo método padrão da estufa a  $105 \pm 2$  °C, em que duas sub-amostras de 20 g de sementes foram colocados em recipientes metálicos previamente secos em estufa e pesados, onde permaneceram durante 24 h. Após esse período, os recipientes contendo as amostras foram esfriados em dessecador por 20 min e pesados, obtendo-se o peso final (recipientes mais a amostra seca). Os resultados foram expressos em porcentagem de peso em base úmida de acordo com a equação Eq. 3, em obediência as recomendações contidas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

$$U(\%) = \frac{(P - p)}{(P - t)} 100 \quad (3)$$

em que:

U (%) - Teor de umidade, %

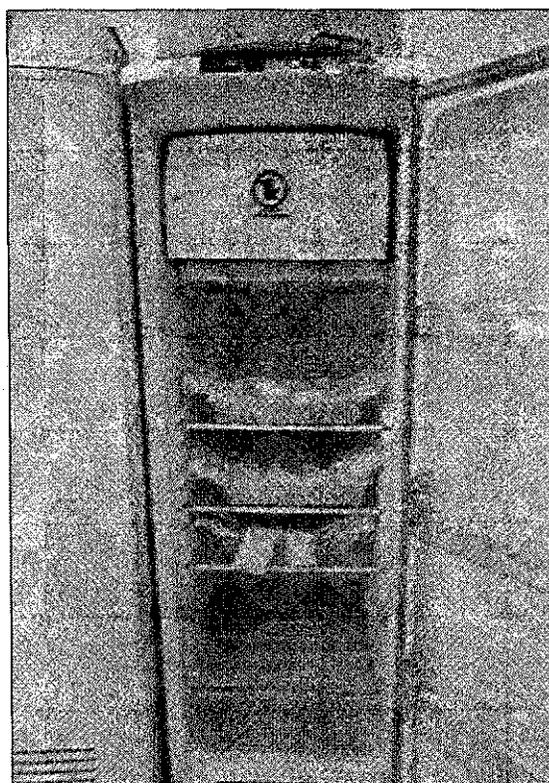
P - peso inicial (peso do recipiente + peso da semente úmida), g

P - peso final (peso do recipiente + peso da semente seca), g

T - tara (peso do recipiente), g

### 3.2.2. Teste de germinação

Utilizou-se com 200 sementes, utilizando-se como substrato rolos de papel Germitest, umedecido a 3 vezes a massa do papel seco e mantidas à temperatura de 25 °C em uma BOD (Figura 3.6) . As avaliações foram efetuadas conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.



**Figura 3.5.** Aparelho de BOD para análise da germinação. Fonte: Pessoa (2011)

### 3.2.3. Infestação

Foi avaliada observando 100 sementes por repetição, separadas e contadas às íntegras das danificadas, calculando a porcentagem de sementes danificadas em relação ao número total de amostra. Para o cálculo utilizou-se a Eq. 1 descrita por Almeida e Villamil (2000):

$$PI = \frac{D}{D+I} 100 \quad (1)$$

em que:

PI - porcentagem de infestação

D - número de sementes danificadas

I - número de sementes íntegras

### 3.2.4. Perda de peso

Para a perda de peso foram pesadas 100 sementes íntegras e 100 danificadas, onde mediante a fórmula descrita por Almeida e Villamil (2000) calculou-se a porcentagem de perda das sementes danificadas em relação ao peso das íntegras (Eq 2).

$$PP = \frac{I-D}{I} 100 \quad (2)$$

em que:

PP - porcentagem de perda de peso

D - peso de sementes danificadas, g

I - peso de sementes íntegras, g

### 3.3. Análise estatística

Avaliou-se os dados obtidos com uso do software ASSISTAT versão 7.5 (SILVA e AZEVÊDO, 2009), em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em

que os experimentos foram dispostos em esquema fatorial com quatro repetições dispostos a seguir:

- ✓ Primeiro experimento: 2 x 2 (dois extratos e repelência ou atratividade)
  
- ✓ Segundo experimento: 2 x 4 ( dois extratos, quatro doses)
  
- ✓ Terceiro experimento: 2 x 3 x 2 x 4 (dois extratos; três doses, dois processos - inoculados e não inoculados - e tempo )

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade; empregando-se para o fator quantitativo regressão na análise de variância.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Umidade das sementes de milho

A análise de variância, relativa aos dados do teor de umidade das sementes de milho variedade asteca estão contidos na Tabela 4.1. Verifica-se efeito significativo (nível de 1 e 5% de probabilidade) para todos os fatores e suas interações duplas.

**Tabela 4.1.** Análise de variância da umidade (%) de sementes de milho inoculada com *Sitophilus zeamais* tratadas com extratos de canela e citronela e armazenadas em ambiente não controlado, durante 120 dias

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Extrato(E)	1	71,72	71,72	1425,80 **
Dose (D)	3	36,34	12,11	240,82 –
Proced.(P)	1	2,36	2,36	47,01 **
Tempo(T)	3	65,43	21,81	433,57 –
Int. ExD	3	28,57	9,52	189,33 **
Int. ExP	1	3,46	3,46	68,97 **
Int. ExT	3	144,52	48,17	957,64 **
Int. DxP	3	1,39	0,46	9,21 **
Int. DxT	9	66,21	7,35	146,26 **
Int. PxT	3	0,85	0,28	5,68 **

Int.ExDxP	3	2,58	0,86	17,15 **
Int.ExDxT	9	57,86	6,42	127,81 **
Int.ExPxT	3	0,44	0,14	2,94 *
Int.DxPxT	9	3,79	0,42	8,39 **
I.ExDxPxT	9	2,83	0,31	6,25 **
Tratamentos	63	488,42	7,75	154,11 **
Resíduo	192	6,43	0,05	
Total	191	494,86		

\*\* significativo 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* significativo 5% de probabilidade ( $0,01 \leq 0,05$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ )

Na Tabela 4.2, são apresentadas as médias do teor de umidade para a interação Extrato x Procedimento de sementes de milho tratadas com extratos hidroalcoólicos de canela e citronela, inoculadas e não inoculadas com o *Sitophilus zeamais*. De acordo com os dados contidos nessa tabela, observa-se que durante o período em que o experimento esteve instalado no laboratório, as sementes tratadas com o extrato de citronela apresentaram-se mais úmidas que as tratadas com o extrato de canela, em ambos procedimentos.

**Tabela 4.2.** Valores médios da umidade (%) para a interação E x P em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com *Sitophilus zeamais* tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET

Extrato	Procedimento	
	Inoculado	Não Inoculado
Canela	16,58 bA	16,09 bB
Citronela	17,54 aA	17,58 aA
DMS para colunas	0,09	
DMS para linhas	0,09	

Classificação com letras minúsculas para colunas; Classificação com letras maiúsculas para linhas; umidade inicial = 10,34%

Analisando-se a Tabela 4.2, verifica-se igualdade estatística para as sementes tratadas com o extrato de citronela e comportamento contrário para as sementes as que foram tratadas com o extrato de canela, em que observa-se uma maior umidade no procedimento inoculado, ou seja, aquele em que as sementes receberam artificialmente o inseto-praga *S. zeamais*.

Araújo (2010) estudando a incidência de fungos e produção de aflatoxina em sementes de amendoim crioconservadas e tratadas com extrato de sucupira armazenadas em ambiente natural constataram superioridade no teor de umidade nas sementes que receberam o inóculo artificial do fungo *Aspergillus flavus*.

Na Tabela 4.3 e Figura 4.1, são apresentadas as médias do teor de umidade para a interação Doses x Procedimento de sementes de milho tratadas com extrato hidroalcológico de canela e citronela, inoculadas e não inoculadas com o *S. zeamais* e armazenada por um período de 120 dias.

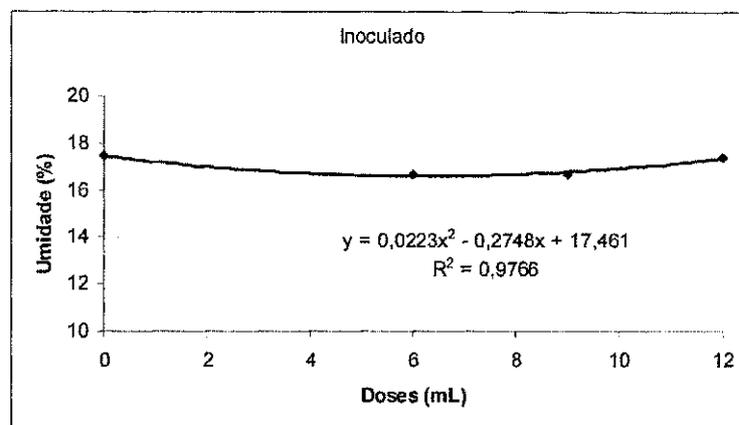
**Tabela 4.3.** Valores médios da umidade (%) para a interação D x P em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com *Sitophilus zeamais* tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET

Dose (mL)	Procedimento	
	Inoculado	Não Inoculado
0	17,45 A	17,45 A
6	16,68 A	16,44 B
9	16,71 A	16,24 B
12	17,41 A	17,22 B
DMS	0,12	

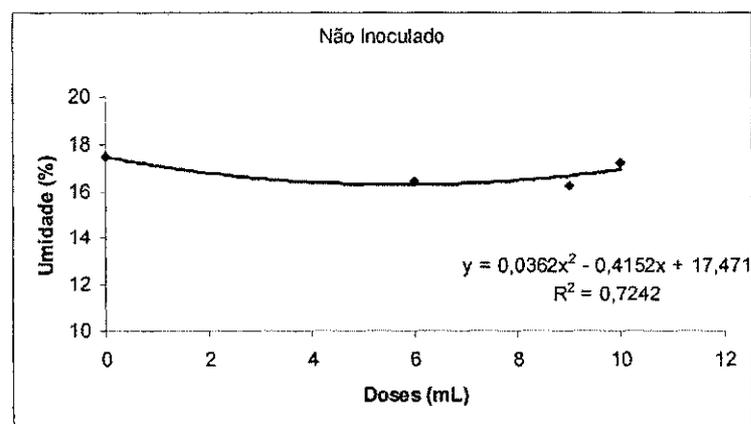
Classificação com letras maiúsculas para linha

Observa-se mediante os dados da Tabela 4.3, uma maior umidade para as sementes que receberam o inóculo artificial do inseto-praga *S. zeamais* em todas as doses estudadas, exceto na dose 0 mL, a qual apresentou-se com igualdade estatística para ambos procedimentos. Segundo Matioli e Almeida (1979) sementes de milho armazenadas tiveram um aumento em seu teor de umidade devido a ataques de insetos, esse aumento se deu provavelmente a uma maior exposição do endosperma, parte mais higroscópica do grão, devido às perfurações realizadas pela ação dos insetos.

Com relação ao fator procedimento dentro de cada dose (Figura 4.1), observa-se pequena oscilação durante o período em que as sementes estiveram armazenadas. Sendo em média para o procedimento inoculado uma umidade de 17,06 e de 16,83% para o procedimento não inoculado.



A - inoculado



B - Não Inoculado

**Figura 4.1.** Representação gráfica da umidade das sementes de milho armazenadas em embalagem de PET por 120 dias inoculada e não inoculada com *S. zeamais*

Analisando-se a Tabela 4.4 verifica-se, para os tempos dentro de cada extrato, que em todos os tempos foi registrado variação estatística, ou seja, no período de 60 à 120

dias as sementes tratadas com o extrato de citronela (17,51%) tiveram umidade superior frente as tratadas com o extrato de canela (15,73%).

Igualmente aos dados desse trabalho, SANTOS (2003) observou variações no teor de umidade de sementes de milho tratadas com extratos vegetais ao longo do armazenamento.

**Tabela 4.4.** Valores médios da umidade (%) para a interação E x T em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com *Sitophilus zeamais* tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET

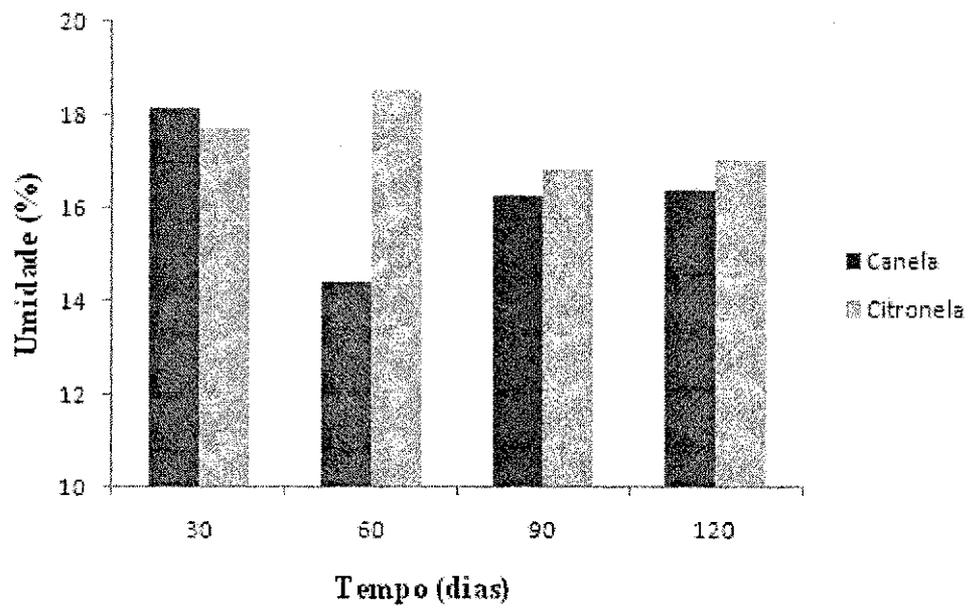
Extrato	Tempo (dias)			
	30	60	90	120
Canela	18,17 a	14,44 b	16,30 b	16,45 b
Citronela	17,72 b	18,57 a	16,86 a	17,10 a
DMS	0,12			

Classificação com letras minúsculas para colunas , umidade inicial = 10,34%

Comportamento contrário se deu para o tempo de 30 dias, onde o maior percentual de umidade foi registrado para as sementes tratadas com o extrato de canela (18,17%).

De acordo com a Figura 4.2, observa-se um ganho de umidade já nos primeiros 30 dias de armazenamento, ou seja, a umidade inicial que era de 10,34% passou para 18,17% nas sementes tratadas com o extrato de canela e para 17,27% para as sementes tratadas com o extrato de citronela. Para o restante do armazenamento as sementes tratadas com canela tiveram em média uma umidade 15,73% e as tratadas com a citronela apresentaram em média 17,51%. Esse ganho e oscilações sofridas pelas sementes desde a chegada ao LAPPa até o final do armazenamento se deve principalmente por a sementes ser um material higroscópico, sofrendo alterações em seu grau de umidade durante o período de armazenamento em ambiente não controlado, acompanhando as flutuações da umidade relativa do ar (Germano 1997).

Almeida (2004) detectou oscilações durante o período de armazenamento nas sementes de feijão *Vigna unguiculata* tratadas com extratos vegetais.



**Figura 4.2.** Representação gráfica da umidade das sementes de milho tratadas com extratos de canela e citronela e armazenada durante 120 dias

## 4.2. Germinação de sementes de milho

Na Tabela 4.5, encontra-se a análise de variância dos dados de germinação das sementes de milho inoculadas com o inseto-praga *Sitophilus zeamais* tratadas com os extratos vegetais de canela e citronela e armazenadas em embalagem PET por 120 dias.

**Tabela 4.5.** Análise de variância da germinação de sementes de milho inoculada com *Sitophilus zeamais* tratadas com extratos de canela e citronela e armazenadas em ambiente não controlado, durante 120 dias

F.V	G.L.	S.Q	Q.M	F
Extrato (E)	1	136.59766	136.59766	71.2200 **
Dose (D)	3	1163.29297	387.76432	202.1745 --
Procedimento (P)	1	397.50391	397.50391	207.2525 **
Tempo(T)	3	3004.88672	1001.62891	522.2342 --
Int. ExD	3	836.35547	278.78516	145.3544 **
Int. ExP	1	15.50391	15.50391	8.0835 **
Int. ExT	3	66.19922	22.06641	11.5051 **
Int. DxP	3	88.69922	29.56641	15.4155 **
Int. DxT	9	379.34766	42.14974	21.9762 **
Int. PxT	3	7.23047	2.41016	1.2566 ns
Int.ExDxP	3	34.82422	11.60807	6.0523 **

Int.ExDxT	9	315.41016	35.04557	18.2722 **
Int.ExPxT	3	9.98047	3.32682	1.7346 ns
Int.DxPxT	9	109.62891	12.18099	6.3510 **
I.ExDxPxT	9	65.00391	7.22266	3.7658 **
Tratamentos	63	6630.46484	105.24547	54.8734 **
Resíduo	192	368.25000	1.91797	
Total	255	6998.71484		

\*\* significativo 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* significativo 5% de probabilidade ( $0,01 \leq 0,05$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ )

Observa-se efeito altamente significativo para todos os fatores e suas interações duplas, exceto para interação P x T.

Na Tabela 4.6, encontram-se os valores médios da germinação para a interação extratos x doses em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com *Sitophilus zeamais* tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET.

**Tabela 4.6.** Valores médios da germinação (%) para a interação E x D em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com *Sitophilus zeamais* tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET

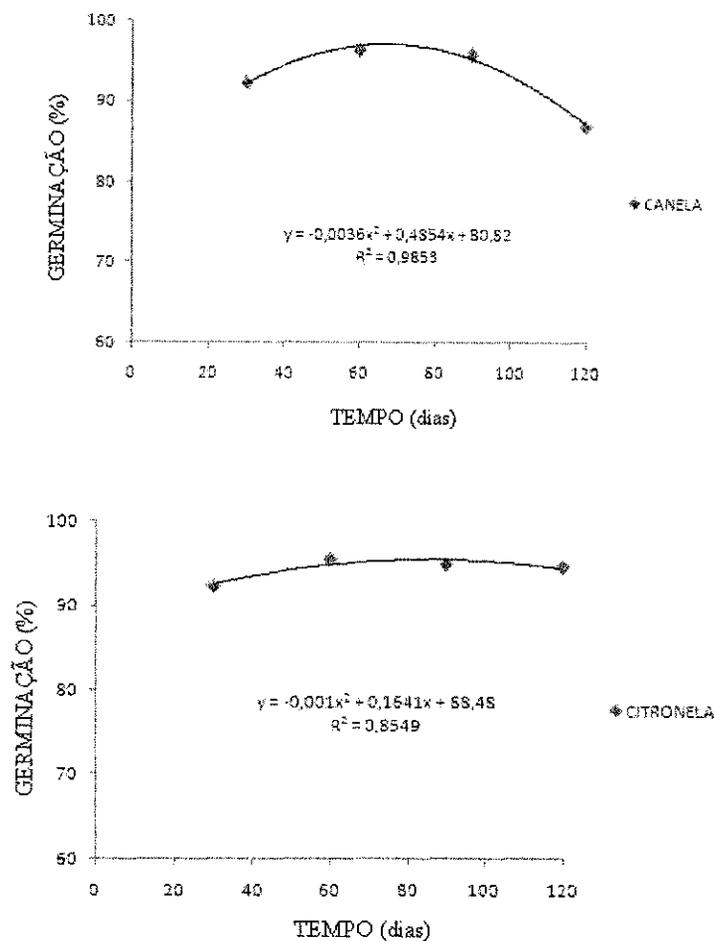
Extratos	Dose (mL)			
	0	6	9	12
Canela	92,34 a	96,35 a	95,91 a	86,94 b
Citronela	92,34 a	95,50 b	94,90 b	94,62 a
DMS	0,68			

Classific.com letras minúsculas para colunas

Mediante os resultados relativos à quantidade (dose) dos extratos que foram levados na forma de vapor as sementes de milho (Tabela 4.6 e Figura 4.3), tem-se uma relação positiva para o extrato de canela, nas doses de 6 e 9 mL, isto é, as sementes

quando tratadas com o extrato de canela nessas doses, durante 120 dias de armazenamento se conservaram melhor (96,13%) frente as sementes tratadas com o extrato de citronela e a testemunha (92,34%), comportamento contrário foi observado na dose de 12 mL, quando o maior percentual de germinação foi observado no extrato de citronela. Esse comportamento pode ser observado pelos polinômios testados para fins do estudo, onde a regressão na análise de variância mostrou alta significância e um coeficiente de correlação ( $R^2$ ) acima de 98% para a canela e de 85% para a citronela, indicando que as equações podem ser empregadas para simular os intervalos dos dados obtidos experimentalmente.

Resultados contrários foram encontrado por Aquino et al. (2010) estudando a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de girassol tratadas com hidrolatos e extratos de plantas, observou no trabalho que o extrato de canela interferiu de forma negativa na percentagem final de germinação das sementes de girassol, sendo diferente de todos os tratamentos, e por Alves et al. (2004), que em seu trabalhos observaram que os extratos voláteis de óleos essenciais de canela, alecrim pimenta, capim-citronela e alfavaca-cravo evidenciaram potencialidades inibitórias na germinação de sementes e comprimento da raiz da alface (*Lactuca sativa*).



**Figura 4.3.** Representação gráfica da porcentagem de germinação das sementes de milho armazenadas em embalagem de PET por 120 dias e tratadas com extrato de canela e citronela

Na Tabela 4.7 encontram-se os resultados da germinação para a interação extrato versus procedimento em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com *Sitophilus zeamais* tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET

**Tabela 4.7.** Valores médios da germinação (%) para a interação E x P em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com *Sitophilus zeamais* tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET

Extrato	Procedimentos	
	Inoculado	Não Inoculado
Canela	91,39 bB	94,37 bA
Citronela	93,34 aB	95,34 aA
DMS para colunas	0,48	
DMS para linhas	0,48	

Classificação com letras minúsculas para colunas; Classificação com letras maiúsculas para linhas

Analisando o comportamento da germinação de sementes de milho variedade asteca, submetidas a diferentes tratamentos (extratos e testemunha) ao longo de 120 dias de armazenamento (Tabela 4.7), constata-se que o maior percentual de germinação foi observado quando as sementes não receberam o inóculo do inseto-praga *Sitophilus zeamais*, em ambos os extratos. Estes resultados corroboram com os de Alves (2008) que, avaliando o comportamento da germinação em sementes de amendoim tratadas com extratos vegetais, detectou no seu trabalho que o maior percentual de germinação foi encontrado no procedimento não inoculado.

Com relação ao efeito dos extratos dentro de cada procedimento, verifica-se superioridade no percentual de germinação para as sementes tratadas com o extrato de citronela (94,34%) frente ao extrato de canela (92,88%), quer para o procedimento inoculado, quer para o procedimento não inoculado.

GONÇALVES et al. (2003) pesquisando sobre o tratamento de sementes de feijão com produtos naturais (cravo da índia e óleo de dendê) que proporcionaram a preservação da qualidade fisiológica das sementes, exceto para o tratamento com cravo da índia a 10%, que diminuiu o percentual de germinação.

Verifica-se na Tabela 4.8, os resultados médios da germinação para a interação doses x procedimentos em sementes de milho para os 120 dias de armazenamento.

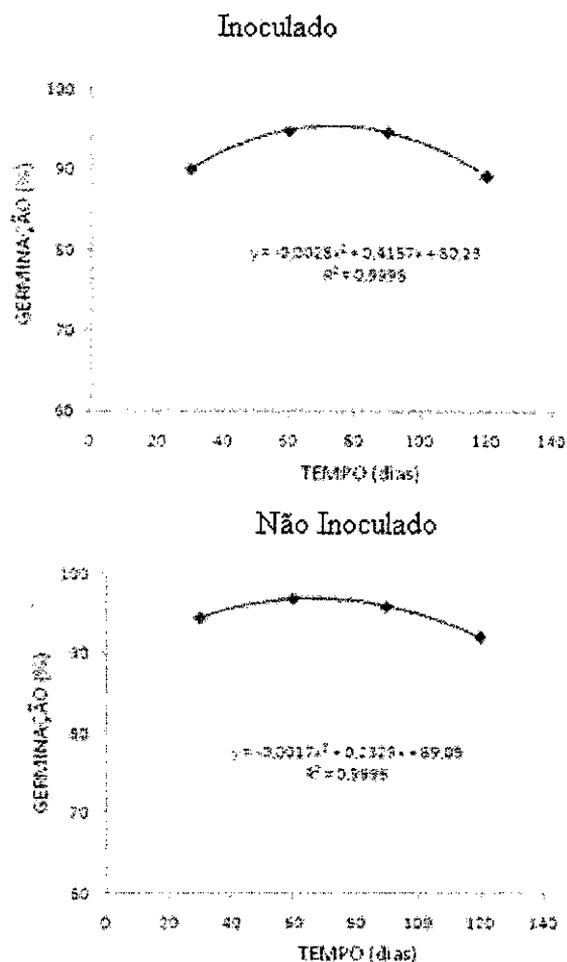
**Tabela 4.8.** Valores médios da germinação (%) para a interação D x P em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com *Sitophilus zeamais* tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET

Dose (mL)	Procedimentos	
	Inoculado	Não Inoculado
0	90,18 B	94,50 A
6	94,96 B	96,87 A
9	94,84 B	95,96 A
12	89,46 B	92,09 A
DMS para linhas	0,68	

Classificação com letras maiúsculas para linha

Conforme dados da Tabela 4.6 e Figura 4.4, (Doses x Procedimento) observou-se, para o procedimento NI, superioridade estatística em todas as doses frente ao procedimento inoculado.

A inferioridade da germinação no procedimento em que foi inoculado o *S. zeamais* se deve, provavelmente, à contaminação das sementes que por terem sido armazenadas com uma maior população desse inseto, o controle do extrato nas suas doses foi menos eficiente frente às doses no procedimento NI e, sem dúvida, por esses insetos afetarem diretamente a qualidade fisiológica das sementes, de acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), quando afirmam que a ação dos microrganismos, em especial insetos e fungos de armazenamento acelera a taxa de deterioração das sementes durante o armazenamento afetando sua viabilidade.



**Figura 4.4.** Representação gráfica da porcentagem de germinação das sementes de milho inoculado e não inoculado com *Sitophilus zeamais*

O estudo das equações polinomiais revelou efeito significativo e coeficiente de correlação superiores a 99% para equação quadrática indicando que esta pode ser utilizada para representar o comportamento da germinação de sementes de milho tratadas com extratos de canela e citronela e armazenadas durante 120 dias.

Tem-se, na Tabela 4.9 e Figura 4.5, a germinação das sementes de milho inoculadas e não inoculadas com *S. zeamais*, tratadas com extratos vegetais de canela e citronela e armazenadas em embalagem de PET durante 120 dias.

**Tabela 4.9.** Valores médios da germinação (%) para a interação E x T em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com *Sitophilus zeamais* tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET

Extratos	Tempo (dias)			
	30	60	90	120
Canela	97,18 b	95,31 b	92,06 b	86,96 b
Citronela	98,06 a	96,09 a	93,03 a	90,18 a
DMS (colunas)	0,68			

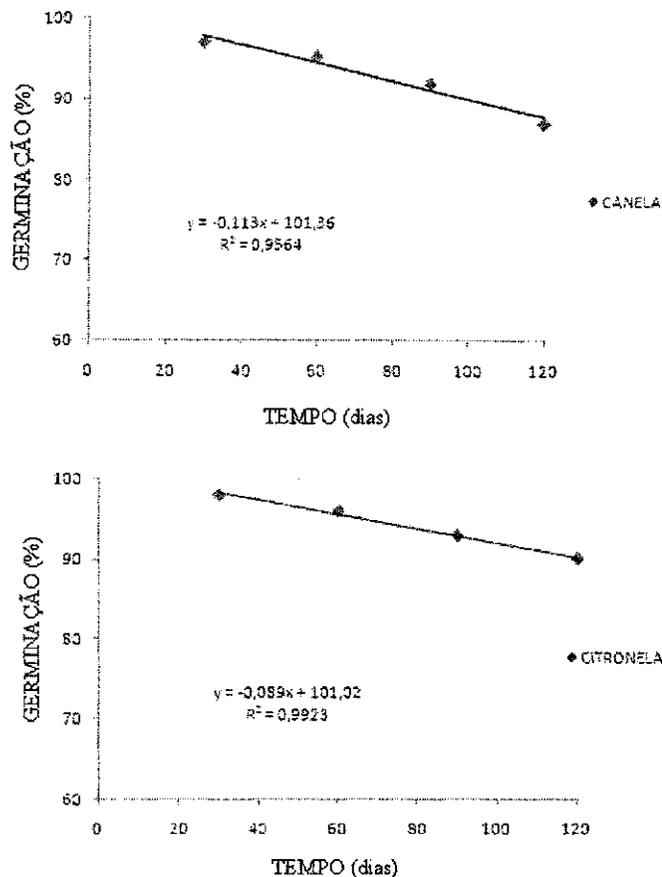
Classificação com letras minúsculas para colunas; Germinação inicial = 99,00%

Em análise dos dados contidos na Tabela 4.9, constata-se maior germinação das sementes que foram submetidas ao extrato de citronela frente ao extrato de canela durante 120 dias de armazenamento.

SOUZA (2000) afirma que o emprego de produtos de origem vegetal, entre eles extratos e óleos essenciais, no tratamento de sementes, pode afetar o desempenho quanto à sua qualidade fisiológica e sanitária, e serem diferente os efeitos com as espécies vegetais empregadas.

O comportamento da germinação das sementes de milho tratadas em suas diferentes doses com extratos de canela e citronela e inoculadas e não inoculadas com o *S. zeamais* pode ser descrito pelas equações da ordem de segundo grau (Figura 4.5). Referidas equações representam estatisticamente o comportamento dessas sementes, com  $R^2$  superior a 95%.

Verifica-se que para a variedade estudada, asteca, houve perda de germinação durante o armazenamento e que essa perda foi pouca acentuada à medida que avançou o tempo de armazenagem; ou seja, as sementes que foram armazenadas com 99,00% de germinação, reduziram esta para 92,06% para o extrato de canela e 93,03% no extrato de citronela, depois de 90 dias, chegando aos 120 dias do período de armazenamento com 86,96% no extrato de canela e 90,18 para o extrato de citronela de germinação. Este percentual de germinação para a comercialização atende a legislação vigente para a semente de milho que exige germinação acima de 75%, segundo CSM-PB (1989).



**Figura 4.5.** Representação gráfica da porcentagem de germinação das sementes de milho armazenadas por 120 dias

Estes resultados concordam com os de Souza (2007) que estudando atividade antimicrobiana de extratos de alho e capim-santo sobre o desenvolvimento de *Fusarium moniliforme* isolado de grãos de milho, concluiu que as sementes ao final do experimento alcançaram e até superaram, na maioria dos tratamentos, uma germinação acima de 75%, com exceção das concentrações de 0,5 e 1,0% do extrato de capim-santo.

### 4.3. Infestação

Mediante os dados contidos na Tabela 4.10 revelados pela análise de variância, tem-se efeito altamente significativo para todos os fatores e suas interações duplas, com exceção do fator extrato (E) o qual não foi significativo.

**Tabela 4.10.** Análise de variância da infestação das sementes de milho tratadas com extratos de canela e citronela e armazenadas em ambiente não controlado, durante 120 dias

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Extrato (E)	1	2,20	2,20	1,74 <sup>NS</sup>
Dose (D)	3	7662,31	2554,10	2023,27 **
Procedimentos(P)	1	293,56	293,56	232,55 **
E x D	3	27,18	9,06	7,17 **
E x P	1	66,07	66,07	52,34 **
D x P	3	64,26	21,42	16,96 **
Tratamentos	15	8139,25	542,61	429,84 **
Resíduo	48	60,59	1,26	
Total	63			
CV%		3,03		

\*\* significativo 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* significativo 5% de probabilidade ( $0,01 \leq 0,05$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ )

Conforme os dados da interação extratos x procedimento (Tabela 4.11), verifica-se maior infestação, para o procedimento inoculado, depois de 120 dias da armazenagem quando estas foram tratadas com os extratos de canela e citronela e, no procedimento não inoculado, o controle foi em média 35,73% para o extrato de canela e de 34,07% para o extrato de citronela.

**Tabela 4.11.** Valores médios da infestação (%) para a interação E x D em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com *Sitophilus zeamais* tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET

Extratos	Procedimentos	
	Inoculado	Não inoculado
Canela	37,98 bA	35,73 aB
Citronela	40,39 aA	34,07 bB

DMS para coluna = 0,79 DMS para linha = 0,79 Médias seguida da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Com relação ao fator procedimento dentro de cada extrato, conforme Tabela 4.11, tem-se menor infestação para as sementes tratadas com extrato de canela no procedimento inoculado e para o procedimento não inoculado o menor percentual de infestação se dar quando as sementes receberam o tratamento de citronela.

Costa (2011) trabalhando com extratos hidroalcoólico de mastruz e jaqueira sobre a infestação de feijão armazenado com *Zabrotes subfasciatus* inoculado a massa de semente; constatou, depois de 120 dias do armazenamento, menor infestação para as sementes que não receberam o inóculo artificial do inseto praga.

De acordo com os resultados da Tabela 4.12, relativo à quantidade (doses) dos extratos que foram aplicados nas sementes para controle do *S. zeamais*, observa-se igualdade estatística nas doses de 0 e 9 mL no procedimento inoculado e, que a dose de 12 mL conservou essas sementes durante todo o armazenamento em 21,99%.

**Tabela 4.12.** Valores médios da infestação (%) para a interação D x P em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com *Sitophilus zeamais* tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET

Doses (mL)	Procedimentos	
	Inoculado	Não inoculado
0	42,88 bA	39,83 bB
6	47,57 aA	43,14 aB
9	44,31 bA	42,12 aB
12	21,99 cA	14,52 cB

DMS para coluna = 1,49; DMS para linha = 1,13; Médias seguida da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Para o procedimento não inoculado, tem-se igualdade estatística para as doses de 6 e 9 mL e, que a dose de 12 mL teve comportamento semelhante ao procedimentos inoculado, ou seja, a dose com o menor percentual de infestação.

Com relação ao comportamento dos procedimentos dentro de cada dose, tem-se superioridade estatística no procedimento inoculado em todas as doses estudadas.

Silva Júnior (2011) estudando a eficiência dos extratos hidroalcoólico de pinha e pimenta do reino sobre a infestação de milho armazenado com *Sitophilus zeamais* inoculado a massa de semente; constatou, depois de 180 dias do armazenamento, menor infestação para as sementes tratadas com as maiores doses desses extratos.

#### 4.4. Perda de peso

Os resultados da análise de variância da perda de peso referente ao extrato, doses dos extratos, procedimento e Tempo, para as sementes de milho armazenadas em embalagens de PET durante 120 dias, se encontram na Tabela 4.13, na qual se observa efeito significativo para todos os fatores e suas interações duplas.

**Tabela 4.13.** Análise de variância da perda de peso das sementes de milho tratadas com extratos de canela e citronela e armazenadas em ambiente não controlado, durante 120 dias

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Extrato (E)	1	45,10	45,10	13,35 **
Dose (D)	3	3754,45	1251,48	370,58 **
Procedimentos(P)	1	1737,11	1737,11	514,38 **
E x D	3	304,22	101,40	30,02 **
E x P	1	656,83	656,83	194,49 **
D x P	3	154,11	51,37	15,21 **
Tratamentos	15	6898,24	459,88	136,17**
Resíduo	48	162,10	3,37	
Total	63			
CV%		2,50		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 = < p < .05$ ); ns não significativo ( $p \geq .05$ )

Na Tabela 4.14, são apresentados os valores médios da perda de peso para a interação Extrato x Dose de sementes de milho tratadas com extrato hidroalcoólico de canela e citronela inoculadas e não inoculadas com o *S. zeamais*. Verifica-se que entre as doses dos extratos utilizado no tratamento das sementes, as doses de 0 e 12 mL não revelaram diferença estatística em ambos extratos. As doses de 6 e 9 mL apresentaram diferença estatística e comportamento contrário para os extratos, ou seja, a dose de 6 mL apresentou uma maior perda de peso no extrato de canela (71,69%) e a dose de 9 mL a maior perda de peso foi revelada quando as sementes foram tratadas com o extrato de citronela (87,98%).

**Tabela 4.14.** Valores médios da perda de peso (%) para a interação E x D em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com *Sitophilus zeamais* tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET

Extrato	Dose mL			
	0	6	9	12
Canela	62,53 aC	71,69 aB	78,85 bA	76,62 aA
Citronela	62,53 aD	69,74 bC	87,98 aA	76,16 aB
DMS para colunas	1,84			
DMS para linhas	2,44			

Classificação com letras minúsculas para colunas; Classificação com letras maiúsculas para linhas

Queiroga (2010) constatou em seus estudos que as maiores doses (2,5; 3,5 e 4,5 mL) de óleos fixos foram as que obtiveram os melhores resultados para as sementes de feijão *Phaseolus vulgares* armazenado no controle do *Zabrotes subfasciatus*.

Com relação ao comportamento dos extratos utilizados no referido trabalho (Tabela 2), tem-se que a maior perda de peso foi detectada com as maiores doses (9 e 12 mL) as quais não diferiram estatisticamente, no extrato de canela e comportamento semelhante se deu para o extrato de citronela, onde a maior perda de peso foi constatada quando as sementes receberam a dose de 12 mL.

Silva (2010) estudando a qualidade das sementes de feijão e milho tratados com extratos de origem vegetal durante o armazenamento constatou que as melhores respostas, perda de peso, germinação e infestação, aconteceram com as maiores concentrações (C<sub>70</sub> e C<sub>100</sub>) do extrato hidroalcoólico de pimenta do reino.

De acordo com a Tabela 4.15, observa-se aumento do percentual de perda de peso no extrato de citronela no procedimento inoculado (82,52%) frente o extrato de canela (70,42%).

**Tabela 4.15.** Valores médios da perda de peso (%) para a interação E x D em sementes de milho inoculadas e não inoculadas com *Sitophilus zeamais* tratadas com extratos vegetais em diferentes doses e armazenadas por 120 dias, em embalagem de PET

Extratos	Procedimentos	
	Inoculado	Não inoculado
Canela	74,43 bA	70,42 aB
Citronela	82,52 aA	65,69 bB
DMS para colunas	1,30	
DMS para linhas	1,30	

Classificação com letras minúsculas para colunas; Classificação com letras maiúsculas para linhas

Com relação aos procedimentos inoculados e não inoculados dentro de cada extrato, constata-se que a maior perda de peso se deu quando as sementes receberam o inóculo do inseto-praga *S. zeamais*. Esses resultados concordam com os da Tabela 4.15 (infestação) onde a maior infestação também se deu para as sementes inoculadas com *S. zeamais* (procedimento inoculado).

Segundo Puzzi (2000) os insetos atacam os grãos e sementes se alimentando quase que exclusivamente do endosperma e depois do embrião, causando perda de peso, perda de nutrientes e do poder germinativo.

Alves (2008) estudando o comportamento da micoflora e da aflatoxina em sementes de amendoim tratadas com extratos vegetais e irradiação gama, verificou que a maior infestação do fungo *Aspergillus flavus* se deu quando as sementes receberam o inóculo deste fungo.

## 5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, estabeleceram-se as seguintes conclusões:

- ✓ Para o extrato de canela e citronela a maior infestação se deu no procedimento inoculado.
- ✓ A dose que mais controlou o *Sitophilus zeamais* durante o tempo em que as sementes estiveram armazenadas foi a de 12 mL para o procedimento inoculado (21,99%) e para o procedimento não inoculado (14,52%).
- ✓ Para o extrato de canela e citronela as menores perdas de pesos se deram quando as sementes foram tratadas com a dose de 6mL (71,69 e 69,74%).
- ✓ A germinação das sementes de milho tratadas com extratos de canela e citronela foram altamente eficientes na manutenção da germinação das sementes inoculadas com *Sitophilus zeamais* durante o armazenamento.
- ✓ Aos 120 dias a germinação das sementes tratadas com o extrato de canela foi de 86,96 e 90,18% nas sementes tratadas com o extrato de citronela.
- ✓ A germinação foi estatisticamente maior no procedimento não inoculado em todas as doses.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S.A. Extratos vegetais no controle ao *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1975) e seus efeitos na conservação do feijão *Vigna unguiculata* L. Walp. 2003. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande.

ALMEIDA, S.A. de.; ALMEIDA, F. de A.C.; SANTOS, N.R. dos; MEDEIROS, S.S.; ALVES, H. da S. Controle do caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleóptera: Bruchidae) utilizando extratos de *Piper nigrum* L. (Piperaceae) pelo método de vapor. . *Ciência e Agrotecnologia*, v.30, n.4, p.793-797, 2006.

ALMEIDA, F. de A.C.; ALMEIDA, S.A. de.; SANTOS, N.R. dos; GOMES, J.P.; ARAÚJO, M.E.R.. Efeitos de extratos alcoólicos de plantas sobre o caruncho do feijão vigna (*Callosobruchus maculatus*). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.4, p.585-590, 2005.

ALVES, N. M. C. Comportamento da micoflora e da aflatoxina em sementes de amendoim tratadas com extratos vegetais e irradiação gama. Campina Grande: UFCG, 2008. 140p. Dissertação Mestrado.

ALVES, M.C.S.. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.11, p.1083-6, 2004.

ANTONELLO, L.M.; MUNIZ, M.B.; BRAND, S.C.; M.D.; VIDAL, M.D.; DANTON, G.; RIBEIRO, L.; SANTOS, V. dos. Qualidade de sementes de milho armazenadas em diferentes embalagens. *Ciência Rural*, v.39, n.7, p.2191-2194, 2009.

AQUINO, C. F.; CATÃO, H. C. R. M.; SOARES, E. P. S.; MOURA, R. F. B.; SILVA, H.P. DA; SALES, N. DE L. P.. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de girassol tratadas com hidrolatos e extratos de plantas. In: IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa, PB – 2010. CD ROM.

AZEVEDO, M.R. de Q. GOUVEIA, J.P.G. de; TROVÃO, D.M. de M.; QUEIROGA, V. de P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. *Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.3, p.519-524, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Divisão de sementes e mudas. Regras para Análise de Sementes. Brasília, 2009. 365p.

BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. *Drying and storage of grains and oilseeds*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 450p

COELHO, E.M.; FARONI, L.R.A.; BERBERT, P.A.; MARTINS, J.H. Eficácia da mistura de dióxido de carbono-fosfina no controle de *Sitophilus zeamais* em função do período de exposição. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.2, p.277-234, 2000.

CARVALHO, N. M. DE; NAKAGAWA, J. *Sementes: Ciência, tecnologia e produção*. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

COSTA, G.V. Avaliação da bioatividade de dois extratos vegetais no controle do zabrotes *subfasciatus* isolado e inoculado em uma massa de feijão *Phaseolus vulgaris* L. Campina Grande: UFCG, 2008. 140p. Dissertação Mestrado.

CESM-PB, Comissão Estadual de Sementes e Mudas da Paraíba. Normas técnicas para a produção de sementes e mudas fiscalizadas. João Pessoa. 1989. 85p.

CORRÊA, M. P. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*, v.1, Imprensa Nacional (ed.), Rio de Janeiro, p.458-459. 1984.

COSTA, A. F. *Farmacognosia*. v.1, Fundação Calouste-Gulbenkian (3ª ed.), Lisboa. 295p. 1975.

DINIZ, L.P.; MAFFIA, L.A.; DHINGRA, O.D.; CASALI, V.W.D.; SANTOS, R.H.S.; MIZUBUTI, E.S.G. Avaliação de produtos alternativos para controle da requeima do tomateiro. *Fitopatologia Brasileira*, v.31, n.2, p.171-179, 2006.

DUDAI, N. ; POLJAKOV F-MAYB E. R. A.; MAYER, A. M. ; PUTIEVSKY, E.; LERNER, H.R. Essential oils as allelochemicals and their potential use as bioherbicides. *Journal of Chemical Ecology*, v.25, p.1079-1089, 1999.

EMBRAPA – Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2009 Embrapa Arroz e Feijão Sistemas de Produção. Disponível em : < <http://www.cnpaf.embrapa.br>>. Acesso em: dez / 2010

FAO. 1995. Flavours and Fragrances of Plant Origin: Non-Wood Forest Products. Chapter 2. *Cinnamomum* Oils (including Cinnamon and Cassia). Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso: maio / 2011.

GONÇALVES, E.P.; ARAÚJO, E.; ALVES, E. U.; COSTA, N. P. Tratamento químico e natural sobre a qualidade fisiológica e sanitária em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) armazenadas. *Revista Biociências*, v.9, n.1, p.23-29, 2003.

LORINI, I. Controle integrado de pragas de grãos armazenados. Passo Fundo, RS: EMBRAPA – CNPT, 1998.

LOVATTO, P.B.; GOETZE, M.; THOMÉ, G.S.H. Efeito de extratos de plantas silvestres da família Solanaceae sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*). *Ciência Rural*, v.34, n.4, p.971-978, 2004.

MATOS, F.J.A. Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil. 2.ed. Fortaleza: Imprensa Universária, 2000. 346p.

PAES, M.C. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNTP, 2006. (Circular Técnica, 75).

PEREIRA, A.C.R.L.; OLIVEIRA, J.V. de; GONDIM JUNIOR, M.G.C. CAMARA, C.A.G. da. Atividade inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (FABR. 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) WALP.]. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.3, p.717-724, 2008.

PESSOA, E.B. Controle de *Sitophilus zeamays* MOTS. 1855 (COL; Curculionidae) em milho pipoca nas fases adulta e imatura com extratos vegetais. 2004. 57p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

POPINIGIS, F. Necessidades de pesquisas relacionadas à qualidade fisiológica de sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, v.10, n.1, p.95-103, 1988.

PUZZI, D. Abastecimento e armazenamento de grãos. Campinas, S.P. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000. 666p.

SILVA JÚNIOR, P. Medidas de controle do *Sitophilus zeamais* em sementes de milho armazenadas com extratos de *Piper nigrum* L. e *Annona squamosa* L. 2011. 90 f. Campina Grande: UFCG. Dissertação Mestrado.

SILVA, A.L. Qualidade das sementes de feijão e milho tratados com extratos de origem vegetal durante o armazenamento. 2010. 109 f. Dissertação de Mestrado. UFCG.

SILVA, D.M.M.H.; BASTOS C.N. Atividade antifúngica de óleos essenciais de espécies de *Piper* sobre *Crinipellis pernicioso*, *Phytophthora palmivora* e *Phytophthora capsici*. *Fitopatologia Brasileira*, v.32, n.2, p.143-145, 2007.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5 ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da Universidade UFRGS / Editora da UFSC, 2004.

SOUZA, A.A. de. Influência do horário de colheita e do tratamento sobre a qualidade das sementes do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. latifolium Hutch). 2000. 88f. Dissertação (Mestrado) – UFPB. Areia, PB.

SOUZA, A.E.F. Atividade antimicrobiana de extratos de alho e capim-santo sobre o desenvolvimento de *Fusarium moniliforme* isolado de grãos de milho. 2007, 103 f. Dissertação (Mestrado) – UFPB. Areia, PB. Universidade Federal da Paraíba.

SU, H.C.F. Insecticidal properties of black pepper to rice weevils and cowpea weevils. *Journal of Economic Entomology*, v.70, n.1, p.18-21, 1977.

CHUNGSAMARNYART, N.; JIWAJINDA, S. Acaricidal activity of volatile oil from lemon and citronella grasses on tropical cattle ticks. *Kasetsart Journal*, v.26, p.46-51, 1992.

TAVARES, M.A.G.C.; VENDRAMIM, J.D. Bioatividade da Erva-de-Santa-Maria, *Chenopodium ambrosioides* L., sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). *Neotropical Entomology*, v.34, p.319-323, 2005.

VENDRAMIM, J.D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. In: CASTIGLIONI, E. (Ed.). Bases e técnicas do manejo de insetos. Santa Maria: Pallotti, 2000. p.113-128.

VIEIRA, A.R.; SILVA, E.M. da; RODRIGUES, J.R. de M. Produção de sementes. *Informe Agropecuário*, v.27, n.232, p.32-38, 2006.

VIEIRA, P.C.; FERNADES, J.B.; ANDREI, C.C. Plantas inseticidas. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2001.

TAVARES, M.A.G.C.; VENDRAMIN, J.D. Bioatividade da erva-de-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L., sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). *Neotropical Entomology*, v.34, n.2, p.319-323, 2005.

SHASANY, A.K. et al. Phenotypic and RAPD diversity among *Cymbopogon winterianus* Jowitt accessions in relation to *Cymbopogon nardus* Rendle. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v.47, n.5, p.553-559, 2000.

RAJA, N. et al. Effect of volatile oils in protecting stored *Vigna unguiculata* (L.) Walpers against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation. *Journal of Stored Products Research*, v.37, n.2, p.127-132, 2000